


## SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

Patent number: JP10084064  
Publication date: 1998-03-31  
Inventor: ARAKAWA SADAYOSHI; ITO SEIICHI; NISHIYAMA KENICHI; MARUYAMA YUKIE  
Applicant: MATSUSHITA ELECTRON CORP  
Classification:  
- international: H01L23/50  
- european:  
Application number: JP19970167135 19970624  
Priority number(s):

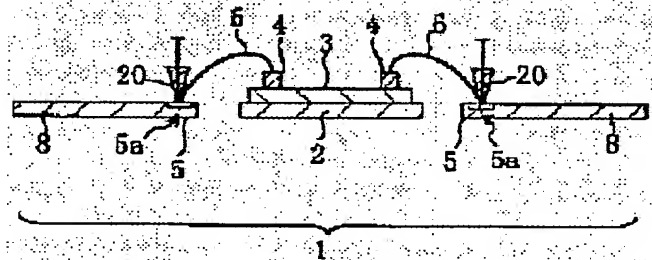
Also published as:

 JP10084064 (A)

## Abstract of JP10084064

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent multilayer plated film from being separated when wire bonding an inner lead having a structure of plated multilayer.

**SOLUTION:** A semiconductor chip 3 is bonded to a die pad part 2 of a lead frame 1 having a multilayer plated film of nickel, palladium, and gold. After that, a thin gold wires 6 is pressed on the electrode pad 4 of a semiconductor chip 3 under a load of 60g through a bonding tool 20. Ultrasonic waves whose output is about 55(mW) is applied, thus effecting the first bonding. Next, the second bonding process is carried out, in which the gold wires 6 are pressed on the inner lead part 5 under a load of 150 to 250(g), applying ultrasonic waves whose output is 0 to 20 (mW). In the second bonding process, both the heavy pressing load and the small output ultrasonic waves enable bonding matching the characteristics of the multilayer plating film, so that no separation in gold plating layer occurs and firm bonding can be carried out in a short time.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-84064

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 23/50

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 23/50

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-167135

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月24日

(31) 優先権主張番号 特願平8-184615

(32) 優先日 平8(1996) 7月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 荒川 定義

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 伊藤 誠市

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 西山 健一

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

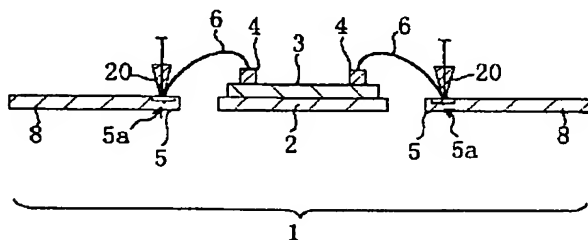
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 積層メッキ構造を有するインナーリードにワイヤーボンディングする際の積層メッキ層における剥がれを防止する。

【解決手段】 ニッケル、パラジウム及び金の積層メッキ層を有するリードフレーム1のダイパッド部2上に半導体チップ3をボンディングする。その後、半導体チップ3の電極パッド4上に、金線からなる金属細線6をボンディングツール20を介して荷重約60 (g) で押圧し、出力が約55 (mW) の超音波を印加しながら第1ボンディング工程を行う。次に、金属細線6をインナーリード部5に荷重150~250 (g) で押圧し、出力が0~20 (mW) の超音波を印加して、第2ボンディング工程を行う。第2ボンディング工程で、大きな押圧荷重とわずかの超音波出力とによって、積層メッキ層の特性に適合したボンディングが行われ、金メッキ層の剥がれも生じず短時間で強固な接合が行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極パッドを有する半導体チップと、金属からなる本体と該本体層の上に形成され最上層が軟質材料で構成される積層メッキ層とにより構成され、少なくともインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームと、上記半導体チップの電極パッドと上記リードフレームとを接続する金属細線とを備え、上記インナーリード部のうち上記金属細線が接続される領域における上記積層メッキ層の最上層の厚みが他の領域における最上層の厚みよりも厚いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半導体装置において、上記インナーリード部の上記積層メッキ層の最上層と上記金属細線とは、同質の材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置において、

上記インナーリード部の本体は、銅板で構成されており、

上記インナーリード部の積層メッキ層は、ニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層を順次積層して構成されており、

上記金属細線は金を主成分とする材料で構成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、

金属からなる本体の上に最上層が軟質材料で構成される積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、

上記半導体チップの電極パッド上に金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第 1 ボンディング工程と、

上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で超音波を印加することなく荷重を印加して上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第 2 ボンディング工程とを備えている特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、

金属からなる本体の上に最上層が軟質材料からなる積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、上記半導体チップの電極パッド上に金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第 1 ボンディング工程と、

上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で、上記第 1 ボンディング工程よりも大きな押圧荷重と第 1 ボンディング工程よりも小さな出力の超音

波とを印加して、上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第 2 ボンディング工程とを備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 1 ボンディング工程は、超音波出力を約 55 (mW) とし、押圧荷重を約 60 (g) として行われ、

上記第 2 ボンディング工程は、超音波出力を 0~20 (mW) とし、押圧荷重を 150~250 (g) として行われることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 請求項 4 又は 5 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 1 及び第 2 ボンディング工程では、上記積層メッキ層の最上層と同質の材料で構成される金属細線を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 請求項 4 又は 5 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記リードフレームを準備する工程では、銅板からなる本体の上に、ニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層を順次積層してなる積層メッキ層を形成し、

上記第 1 及び第 2 ボンディング工程では、金を主成分とする材料で構成される金属細線を用いることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 請求項 4, 5, 6, 7 又は 8 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 2 ボンディング工程は、150~300 (°C) の温度下で行われることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 4, 5, 6, 7, 8 又は 9 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記リードフレームを準備する工程では、上記インナーリード部のうち上記金属細線が接続される領域における積層メッキ層の最上層の厚みを他の領域における最上層の厚みよりも厚くすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、

金属からなる本体の上にニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層順次積層してなる積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、

上記半導体チップの電極パッド上に金を主成分とする材料で構成される金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第 1 ボンディング工程と、

上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で、150~250 (g) の押圧荷重と、出力が 0~20 (mW) の超音波とを印加して上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第 2 ボンディング

工程とを備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 1 ボンディング工程及び第 2 ボンディング工程の後に、上記半導体チップ、上記金属細線及び上記インナーリード部を樹脂で封止する工程をさらに備えていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 請求項 11 又は 12 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 2 ボンディング工程は、150～300（℃）の温度下で行われることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 14】 請求項 11 又は 13 に記載の半導体装置の製造方法において、

上記第 2 ボンディング工程では、超音波の出力を 0 とすることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワイヤーボンディング工程におけるリードフレームの積層メッキ層における剥がれを防止し、ワイヤーリードフレーム間の接続の信頼性を確保できる半導体装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、リードフレームとして、銅（Cu）により構成される板状の本体の上に、下地メッキとしてニッケル（Ni）メッキを施し、その上にパラジウム（Pd）メッキを施した後、さらにその上に金（Au）メッキを施した積層メッキ層を有するものが開発されている。

【0003】以下、上述したようなニッケル／パラジウム／金の積層メッキを施したリードフレームを用いた従来の半導体装置について説明する。

【0004】図 9 は、従来の半導体装置の構造を示す断面図である。図 9 に示すように、従来の半導体装置は、ダイパッド部 2 とインナーリード部 5 とアウターリード部 8 とを有するリードフレーム 1 と、リードフレーム 1 のダイパッド部 2 上に銀ペースト等の接着剤により接合、搭載された半導体チップ 3 と、その半導体チップ 3 の電極 4 とリードフレーム 1 のインナーリード部 5 のボンディング領域 5a とを接続する金属細線 6 とを備えている。そして、半導体チップ 3 の外囲領域、つまりダイパッド部 2、インナーリード部 5、半導体チップ 3 及び金属細線 6 を包含する領域は封止樹脂 7 により封止され、その封止樹脂 7 から外方に突出したリードフレーム 1 のアウターリード部 8 が外部機器に接続するのに適するように成形されて、半導体装置を構成している。

【0005】次に、従来の半導体装置の製造方法について説明する。図 10～図 13 は、従来の半導体装置の製

造工程を示す断面図である。

【0006】まず、図 10 に示すように、リードフレーム 1 のダイパッド部 2 上に半導体チップ 3 を銀ペースト等の接着剤を用いて接合する（ダイボンディング工程）。

【0007】次に、図 11 に示すように、ダイパッド部 2 上に搭載した半導体チップ 3 の電極 4 とリードフレーム 1 のインナーリード部 5 とを金属細線 6 により電氣的に接続する（ワイヤーボンディング工程）。この工程は、金属細線として金線を使用する場合には、ネイルヘッド・ボンディング法と呼ばれる方法が通常用いられる。すなわち、キャピラリと呼ばれるボンディングツール 20 を有したワイヤーボンダーを用い、通常、第 1 ボンディング工程として、半導体チップ 3 の電極 4 の上に先端がボール状になっている金属細線 6 を押圧して接続し、次いで、連続して第 2 ボンディング工程として、インナーリード部 5 のボンディング領域 5a に金属細線 6 を押圧して接続する。この 2 つのボンディング工程によって、半導体チップ 3 の電極 4 とインナーリード部 5 のボンディング領域 5a とを金属細線 6 を介して電氣的に接続するものである。

【0008】ここで、上記ワイヤーボンディング工程において、第 1 ボンディング工程は、超音波出力を 55（mW）、押圧荷重を 60（g）とする条件下で行ない、第 2 ボンディング工程は、超音波出力を 90～100（mW）、押圧荷重を 100（g）とする条件下で行なって、両者間を接続している。また、金属細線 6 の径は、一般に 25～35 μm 程度である。

【0009】次に、図 12 に示すように、ワイヤーボンディング工程を終了した後、ダイパッド部 2、インナーリード部 5、半導体チップ 3 及び金属細線 6 を包含する領域を封止樹脂 7 により封止する。この工程は、半導体チップ 3 を搭載したリードフレーム 1 を金型に設置してトランスファーマールドにより行なわれる。

【0010】最後に、図 13 に示すように、封止樹脂 7 から外方に突出したリードフレーム 1 のアウターリード部 8 を成形することで、半導体装置を完成する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の製造工程で製造される半導体装置において、以下の問題があった。

【0012】図 14（a）、（b）は、上記従来の半導体装置のインナーリード 5 のボンディング領域 5a 付近を拡大して示す断面図及び斜視図である。同図に示すように、リードフレーム 1 は、銅製の本体 9 の上にニッケルメッキ層 10、パラジウムメッキ層 11 及び金メッキ層 12 の各メッキ層が形成されて構成されている。なお、ニッケルメッキ層 10、パラジウムメッキ層 11、金メッキ層 12 のそれぞれの厚みは、それぞれ 0.5（μm）、0.03（μm）、0.002（μm）である。

【0013】ここで、同図(a)，(b)に示すように、インナーリード5のボンディング領域5aにおいて、金属細線6をボンディングツール20で押圧して切断した先端部6aの周囲に金メッキ層12を含む剥がれ領域13がハーフリング状に生じているのが観察された。この剥がれ領域13は、パラジウムメッキ層11内でとどまらずにニッケルメッキ層10や下地の本体9に達することもある。そして、この剥がれ領域13が生じることにより、ニッケルメッキ層が腐食されてワイヤー接続強度が劣化するだけでなく、剥がれたメッキ物がワイヤーボンダーのボンディングツール20に付着し、次のワイヤーボンディング工程(第1ボンディング工程)で先端のボール形状を変形させるなどのワイヤーボン不良を誘発していた。

【0014】そこで、このような第2ボンディング工程における剥がれ領域13が発生するメカニズムを追究した結果、第2ボンディング工程を第1ボンディング工程と同様に超音波を印加してしかも第1ボンディング工程よりも大パワーの超音波を印加して行っているためではないかと推測された。すなわち、現在のワイヤーボンディング工程は、高速性(量産性)と接続部の信頼性を確保するために、超音波及び荷重の印加と加熱とを行って、瞬時に強固な接続を行うことが不可欠となっている。また、製造コストを低減するために金メッキ層の厚みをできるだけ薄く(0.002 $\mu$ m程度)しているのが現状である。このような構造を有するリードフレームに対してワイヤーボンダーにより超音波を印加しながら半導体チップの電極とインナーリード部とを金属細線で接続した場合、薄い金メッキ層内では十分に超音波の振動を吸収しきれずに金メッキ層-パラジウムメッキ層の境界特にボンディングツールで押圧されている領域の外周部に亀裂が生じて剥がれに至るものと推測された。

【0015】本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであり、最上層が金メッキ層のような軟質材料で構成される積層メッキ構造を有するリードフレームに対するワイヤーボンディング工程において、最上層の剥がれをきたすことなくかつ高効率でワイヤーとリードフレームとを強固に接続しうる半導体装置の構造及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記従来のメッキ層の剥がれという課題について、発明者等は、ワイヤーボンダする際のボンディングツールの超音波パワー(mW)により、メッキ層が剥がれ、特に金などの軟質なメッキ材はその影響を受けやすいことを突き止めた。

【0017】したがって、上記目的を達成するために本発明が講じた手段は、インナーリード部のボンディング領域におけるメッキ層で超音波を吸収しうる構造とするか、超音波を用いずあるいは超音波出力を極めて小さくして金属細線とインナーリード部とを接続する方法を行

うことにある。具体的には、請求項1～3に記載されている半導体装置に関する手段と、請求項4～14に記載されている半導体装置の製造方法に関する手段とを講じている。

【0018】本発明の半導体装置は、請求項1に記載されているように、電極パッドを有する半導体チップと、金属からなる本体と該本体層の上に形成され最上層が軟質材料で構成される積層メッキ層とにより構成され、少なくともインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームと、上記半導体チップの電極パッドと上記インナーリード部とを接続する金属細線とを備え、上記インナーリード部のうち上記金属細線が接続される領域における上記積層メッキ層の最上層の厚みが他の領域における最上層の厚みよりも厚い。

【0019】これにより、インナーリード部のうち金属細線が接続される領域における積層メッキ層の最上層が厚く形成されているので、ワイヤーボンディング工程で超音波出力が印加されても、最上層で振動が吸収され最上層の剥がれが生じない構造となる。

【0020】請求項2に記載されているように、請求項1において、上記インナーリード部の上記積層メッキ層の最上層と上記金属細線とを同質の材料で構成することが好ましい。

【0021】これにより、金属細線と積層メッキ層の最上層とが同じ軟質材料で構成されるので、超音波の振動を吸収する機能も大きくなり、かつボンディングも容易な構造となる。

【0022】請求項3に記載されているように、請求項1又は2において、上記インナーリード部の本体を銅板で構成し、上記インナーリード部の積層メッキ層をニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層を順次積層して構成し、上記金属細線を金を主成分とする材料で構成しておくことが好ましい。

【0023】これにより、腐食性が劣るパラジウムメッキ層を有するインナーリード部における剥がれ領域の発生を防止できる構造となる。

【0024】本発明の第1の半導体装置の製造方法は、請求項4に記載されているように、電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、金属からなる本体の上に最上層が軟質材料で構成される積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、上記半導体チップの電極パッド上に金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第1ボンディング工程と、上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で超音波を印加することなく荷重を印加して上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第2ボンディング工程とを備えている。

【0025】この方法により、第2ボンディング工程

10

20

30

40

50

で、金属細線とインナーリード部との間に超音波が印加されずに押圧荷重だけで両者が接続されるので、積層メッキ層の最上層における剥がれを生ぜしめることなく、短時間で強固なボンディングを行うことが可能になる。

【0026】本発明の第2半導体装置の製造方法は、請求項5に記載されているように、電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、金属からなる本体の上に最上層が軟質材料で構成される積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、上記半導体チップの電極パッド上に金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第1ボンディング工程と、上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で上記第1ボンディング工程よりも大きな押圧荷重と第1ボンディング工程よりも小さな出力の超音波とを印加して上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第2ボンディング工程とを備えている。

【0027】この方法により、第2ボンディング工程における超音波出力が極めて小さいので、従来の半導体装置の製造方法のような第1ボンディング工程におけるよりも大きな出力の超音波を印加していたことに起因する積層メッキ層の最上層における剥がれを防止することが可能になる。

【0028】請求項6に記載されているように、請求項5において、上記第1ボンディング工程を、超音波出力を約55 (mW) とし、押圧荷重を約60 (g) として行い、上記第2ボンディング工程を、超音波出力を0～20 (mW) とし、押圧荷重を150～250 (g) として行うことが好ましい。

【0029】請求項7に記載されているように、請求項4又は5において、上記第1及び第2ボンディング工程では、上記積層メッキ層の最上層と同質の材料で構成される金属細線を用いることが好ましい。

【0030】請求項8に記載されているように、請求項4又は5において、上記リードフレームを準備する工程では、銅板からなる本体の上にニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層を順次積層してなる積層メッキ層を形成し、上記第1及び第2ボンディング工程では、金を主成分とする材料で構成される金属細線を用いることが好ましい。

【0031】請求項9に記載されているように、請求項4、5、6、7又は8において、上記第2ボンディング工程は、150～300 (℃) の温度下で行うことが好ましい。

【0032】請求項10に記載されているように、請求項4、5、6、7、8又は9において、上記リードフレームを準備する工程では、上記インナーリード部のうち上記金属細線が接続される領域における積層メッキ層の最上層の厚みを他の領域における最上層の厚みよりも厚

くすることもできる。

【0033】この方法により、第2ボンディング工程で、インナーリード部と金属細線との接続部に超音波が印加されても、積層メッキ層の最上層で超音波による振動が吸収され、剥がれの発生を防止することができる。

【0034】本発明の第3の半導体装置の製造方法は、請求項11に記載されているように、電極パッドを有する半導体チップを準備する工程と、金属からなる本体の上にニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層を順次積層してなる積層メッキ層を施して形成されインナーリード部及びアウターリード部を有するリードフレームを準備する工程と、上記半導体チップの電極パッド上に金を主成分とする材料で構成される金属細線の先端を当てた状態で荷重と超音波とを印加しながら金属細線と電極パッドとを接合する第1ボンディング工程と、上記インナーリード部上に上記金属細線の他の部分を当てた状態で、150～250 (g) の押圧荷重と、出力が0～20 (mW) の超音波とを印加して上記金属細線と上記インナーリード部とを接続する第2ボンディング工程とを備えている。

【0035】この方法により、第2ボンディング工程における超音波出力が極めて小さいので、積層メッキ層の最上層である金メッキ層が剥がれて腐食しやすいパラジウムメッキ層が露出したり、さらにその下層のニッケルメッキ層あるいはリードフレームの本体を構成する金属が露出することなく、ワイヤーボンディングが行われる。しかも、このような大きな荷重で押圧することにより、ニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層という積層メッキ層全体の特性に適合した接合を行うことができ、短時間で大きな接合強度を得ることができ、信頼性の高い半導体装置を製造することが可能になる。

【0036】請求項12に記載されているように、請求項11において、上記第1ボンディング工程及び第2ボンディング工程の後に、上記半導体チップ、上記金属細線及び上記インナーリード部を樹脂で封止する工程をさらに備えている。

【0037】この方法により、製造コストの安価な樹脂封止型パッケージ内に収納され、封止樹脂に含まれる水分によって腐食されやすいインナーリード部において、剥がれ領域の発生に起因する腐食等を防止することができる。したがって、安価で信頼性の高い半導体装置が得られることになる。

【0038】請求項13に記載されているように、請求項11又は12において、上記第2ボンディング工程を、150～300 (℃) の温度下で行うことが好ましい。

【0039】この方法により、ニッケルメッキ層、パラジウムメッキ層及び金メッキ層という積層メッキ層全体の特性に適合した比較的低温の加熱温度で第2ボンディ

ング工程が行われるので、信頼性の高い接合を短時間で  
行うことが可能になる。

【0040】請求項14に記載されているように、請求  
項11又は13において、上記第2ボンディング工程で  
は、超音波の出力を0にすることもできる。

【0041】

【発明の実施の形態】

（第1の実施形態）まず、本発明の第1の実施形態につ  
いて説明する。図1は、本実施形態の半導体装置の構成  
を示す断面図である。

【0042】図1に示すように、本実施形態の半導体装  
置は、リードフレーム1のダイパッド部2上に半導体チ  
ップ3が銀ペースト等の接着剤により接合、搭載され、  
その半導体チップ3の電極4とリードフレーム1のイン  
ナーリード部5とが金属細線6により電氣的に接続され  
ている。そして、半導体チップ3と金属細線6とリード  
フレーム1のインナーリード部5とは封止樹脂7により  
封止され、その封止樹脂7から外方に突出したリードフ  
レーム1のアウトリード部8が成形されて、半導体装  
置を構成している。

【0043】ここで、本実施形態の半導体装置の特徴  
は、リードフレーム1のインナーリード部5のうちワイ  
ヤーボンディング工程で金属細線6がボンディングされ  
る領域であるボンディング領域5aにおけるメッキ層の  
厚みを厚くしている点である。以下、この特徴部分につ  
いて説明する。

【0044】図2は、インナーリード部5のボンディ  
ング領域5aの付近におけるインナーリード部5と金属細  
線6との接続状態を示す断面図である。同図に示すよう  
に、本実施形態のリードフレーム1は、銅板からなる本  
体9と、該本体9の上に形成されたニッケルメッキ層1  
0、パラジウムメッキ層11及び金メッキ層12の各メ  
ッキ層とにより構成されている。そして、リードフレ  
ーム1のうちインナーリード部5のボンディング領域5a  
における金メッキ層12の厚みを他の領域よりも厚く形  
成されている。たとえば、金メッキ層12の他の領域に  
おける厚みが0.002(μm)程度であるのに対し、  
ボンディング領域5aにおける厚みは0.03(μm)  
程度である。この構成により、半導体チップ3の電極4  
とインナーリード部5とを金製の金属細線6により接続  
する際、インナーリード部5のボンディング領域5aに  
おいて、ワイヤーボンダーのボンディングツールの超音  
波パワーを印加しても、最外層の金メッキ層12が厚い  
ので、超音波の振動がある程度吸収されて金メッキ層1  
2の剥がれが生じないか、あるいは金メッキ層12のご  
く表面層のみが剥がれるにすぎない。したがって、ワイ  
ヤーボンディング工程において、下層側のパラジウムメ  
ッキ層11、ニッケルメッキ層10が露出することはなく、  
最外層の剥がれによるワイヤー接続強度の劣化を防止  
できる。

【0045】なお、本実施形態において、ニッケルメッ  
キ層10、パラジウムメッキ層11の各メッキ層の厚さ  
は、それぞれ0.5(μm)、0.03(μm)である  
が、これらの厚みに限定されるものではない。また、本  
実施形態における金メッキ層12の厚さは、ボンディ  
ング領域5a以外では0.002(μm)であり、ボンデ  
ィング領域5aの厚さが0.03(μm)であるが、こ  
れらの厚みに限定されるものではない。

【0046】（第2の実施形態）次に、第2の実施形態  
に係る半導体装置の製造方法について説明する。図3～  
図6は、本実施形態の半導体装置の製造工程を示す断面  
図である。

【0047】まず、図3に示す工程では、ダイパッド部  
2とインナーリード部5と、アウトリード部8とを有  
するリードフレーム1を準備する。ただし、詳細な断面  
状態を図示は省略するが、リードフレーム1には、上記  
第1の実施形態における図2に示すとほぼ同様の構造を  
しており、銅板からなる本体の上に、ニッケルメッキ  
層、パラジウムメッキ層、金メッキ層の各メッキ層が設  
けられている。ただし、本実施形態では、最上層である  
金メッキ層は全面に亘ってほぼ均一な厚みを有してお  
り、ボンディング領域5aにおける金メッキ層も特に厚  
くメッキされているわけではない。また、ニッケルメッ  
キ層、パラジウムメッキ層、金メッキ層の各メッキ層の  
厚さは、それぞれ0.5(μm)、0.03(μm)、  
0.002(μm)である。そして、このような構成  
を有するリードフレーム1のダイパッド部2上に半導体  
チップ3を銀ペースト等の接着剤を用いて接合する。

【0048】次に、図4に示す工程では、ダイパッド部  
2上に搭載した半導体チップ3の電極4とリードフレ  
ーム1のインナーリード部5とを金線からなる金属細線6  
を介して電氣的に接続する。この工程は、上記従来のワ  
イヤーボンディング工程と同様に、キャピラリーと呼ばれ  
るボンディングツール20を有したワイヤーボンダー  
（図示せず）を用いたネイルヘッド・ボンディング法で  
行われる。また、金属細線6の径は25～35μm程度  
である。そして、ボンディング工程は、通常、半導体チ  
ップ3の電極4に金属細線6の一端を接続する第1ボン  
ディング工程と、リードフレーム1のインナーリード部  
5に金属細線6の他端を接続する第2ボンディング工程  
とに分けられる。

【0049】ここで、第1ボンディング工程では、半導  
体チップ3の電極4に金属細線6の先端（一般には、ボ  
ール状になっている）をボンディングツール20により  
超音波を印加しながら荷重60(g)程度の荷重で押圧  
し、金属細線6と半導体チップ3とを接合する。

【0050】また、第2ボンディング工程では、先端が  
半導体チップ3の電極4に接続されている金属細線6の  
一部をボンディングツール20によってインナーリード  
部5のボンディング領域5aに押圧する。このとき、超



音波は印加しないかあるいは印加しても20 (mW) 以下の小さな出力に抑制しながら、荷重を200 (g) 程度として第1ボンディング工程における荷重よりも大きな荷重を印加する。この点が、本実施形態に係る半導体装置の製造方法の特徴である。そして、この押圧力と加熱によって、金属細線6をインナーリード部5に接合するとともにボンディングツール20のエッジで金属細線6を切断する。

【0051】次に、図5に示す工程では、上述の各ワイヤーボンディング工程が終了した後に、半導体チップ3と、金属細線6と、リードフレーム1のうちのダイパッド部2及びインナーリード部5とを封止樹脂7により封止する。この工程は、半導体チップ3を搭載したリードフレーム1を金型に設置してトランスファーマールドにより行なわれる。その後、リードフレーム1のうち封止樹脂7の外方にある部分を切断し、アウターリード部8から切り離す。

【0052】最後に、図6に示す工程で、封止樹脂7から外方に突出しているアウターリード部8を成形することで、半導体装置を完成する。

【0053】以上のように、本実施形態の半導体装置の製造工程では、第1ボンディング工程では、超音波出力を55 (mW)、押圧荷重を60 (g) とし、第2ボンディング工程では、超音波出力を0~20 (mW)、押圧荷重を200 (g) 程度という従来のワイヤーボンド条件とは大きく異なる条件により、ワイヤーボンド工程を行なうことにより、リードフレーム1上のメッキ層の剥がれを防止することができる。特に、金属細線6とリードフレーム1の最外層のメッキ層とが同じ材料で軟質の材料である場合、金属細線-インナーリード部間の接合強度がより大きくなる。

【0054】図7(a)、(b)は、従来と本実施形態とのワイヤーボンド時におけるボンディングツールの超音波出力と荷重とを比較して示す図である。図7(a)は従来の方法における条件、図7(b)は本実施形態における条件をそれぞれ示す。

【0055】上述のように、第1ボンディング工程つまり半導体チップと金属細線とをボンディングする工程では、本実施形態における条件は従来の方法における条件と同じであるが、第2ボンディング工程つまりリードフレームと金属細線とをボンディングする工程では、超音波出力を従来の5分の1以下とし、荷重は2倍程度に設定するものである。第2ボンディング工程における超音波パワーは、0 (mW) でなくともよい。たとえば10 (mW) 程度であっても極めて0 (mW) に近い値であっても、20 (mW) 以下であれば、最上層の金メッキ層を剥がすことなくボンディングできる。

【0056】ここで、本実施形態の方法によって、従来のような図14(a)、(b)に示す剥がれ領域13を生じることなく金属細線6とインナーリード部5との間

の第2ボンディング工程を行うことができる理由について考察する。ワイヤーボンディングを行う際、超音波パワーは金属細線を被接続体に対して摺り合わせる作用を生ぜしめ、荷重及び加熱は金属細線と被接続体とを熱圧着する作用を生ぜしめる。通常の加熱温度は200

(℃) 程度である。そして、このような条件の組合せでボンディング工程を行うことにより、1回のボンディングに要する時間が5 (msec) で、ボンディング工程全体を終了するのに要する時間が15 (msec) 前後という高速のボンディング工程を実施することができ

る。ただし、本実施形態の第2ボンディング工程によって、積層メッキ層の最上層における剥がれを生じることなく、かつ強固なボンディングを15 (msec) という短時間で行うことができる理由については十分解明されていないが、このような大きな荷重と比較的低温の加熱条件とが、特にニッケル/パラジウム/金の積層メッキ層全体の特性とよく適合しているという経験的な事実が今回の発明によって明らかになっている。なお、付随的な事項として、以下の経験的事実が確認されている。

【0057】たとえば、第2ボンディング工程における超音波パワーを0 (mW) とし、温度を250 (℃) 程度にした場合には、押圧荷重を上述の200 (g) よりも小さくできる。また、超音波パワーを20 (mW) とし、温度を180 (℃) 程度とした場合には、押圧荷重を200 (g) 以上に大きくすることが好ましい。なお、温度が高いほどボンディング時間は短縮される。

【0058】ここで、本発明の過程で行って実験で得られたボンディング条件をまとめると、超音波パワーは印加しないか印加しても0~20 (mW) であることが好ましく、押圧荷重は150~250 (g) の範囲であることが好ましく、加熱温度は150~300℃の範囲が好ましい。ただし、金属細線には径が25~35μm程度の金線を使用し、積層メッキ層は上述の厚みのニッケル/パラジウム/金の3層からなっている。

【0059】図8(a)、(b)は、第2ボンディング工程で、超音波パワーを0 (mW)、荷重を200 (g) としてワイヤーボンドしたときのインナーリードのボンディング領域5a付近における断面図及び斜視図である。同図に示すように、本実施形態の方法でボンディングされたボンディング領域5aの周囲には図14

(a)、(b)に示されるようなリング状の剥がれ領域13は生じていない。すなわち、リードフレーム1のインナーリード部5の最外層の金メッキ層12が剥がれることなく、金属細線6の先端部6aが接続されている。もちろん、本体9を構成する銅の露出や、ニッケルメッキ層10、パラジウムメッキ層11の露出又は剥がれはない。これにより、メッキ層の剥がれがないので、ワイヤー接続強度の安定を図ることができる。また、メッキ層が剥がれないので、ボンディングツールへのメッキ層を構成する材料の付着もなく、次のボンディング工程つ



まり第1ボンディング工程で金属細線の先端に形成されるボール形状の異常が発生することもない。

【0060】なお、実施形態の図示は省略するが、第2の実施形態に係る半導体装置の製造方法において、リードフレーム1の金メッキ層12のうちインナーリード部5のボンディング領域5aにおける厚みを他の領域よりも厚くして、かつワイヤーボンディング工程のうち第2ボンディング工程（インナーリード部上への金属細線のボンディング）の超音波出力を0～20（mW）とすることによっても、金メッキ層12の剥がれに起因する下層のメッキ層の露出を防止しながらワイヤーボンディングすることができ、接続強度の安定を図るという効果を発揮することができる。

【0061】なお、積層メッキ層の構造が、必ずしも本実施形態のようなニッケル/パラジウム/金の3層からなるものでなくても、積層メッキ層の最上層が軟質材料特に金属細線と同じ材料により構成されている場合であれば、本発明の効果を発揮することができる。その場合、ワイヤーボンダーのボンディングツールの超音波パワーの値を極めて小さくしても、金属細線とメッキ層の最上層を構成する軟質剤とが押圧荷重によって極めて短時間で接合され、しかも、最上層の構造が破壊されることがない。よって、積層メッキ構造を有するリードフレームに対するワイヤボンディング工程における剥がれを防止しながら、信頼性の高いワイヤボンディングを行うことができる。

【0062】

【発明の効果】請求項1～3によれば、半導体チップの電極と積層メッキ層を有するリードフレームのインナーリード部とを金属細線により接続するようにした半導体装置において、インナーリード部のうち金属細線との接続を行うボンディング領域における積層メッキ層の最外層の厚みを他の領域よりも厚くしているため、ワイヤーボンディングの際に接続部にボンディングツールを介して超音波が印加されても、積層メッキ層の下層や本体が露出することはない、積層メッキ層の最外層の剥がれによるワイヤー接続強度の劣化を防止することができる。

【0063】請求項4及びこれを引用した請求項7～10によれば、半導体チップの電極と積層メッキ層を有するリードフレームのインナーリード部とを金属細線により接続するようにした半導体装置において、金属細線とインナーリード部とを接続する第2ボンディング工程で超音波を印加せずに押圧荷重だけで金属配線をインナーリード部に接続するようにしたので、超音波の印加に起因するインナーリード部の積層メッキ層の最上層の剥がれを確実に防止しながら、金属細線－インナーリード部間の接続強度を強固にすることができ、よって製造される半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

【0064】請求項5及びこれを引用した請求項6～10によれば、半導体チップの電極と積層メッキ層を有す

るリードフレームのインナーリード部とを金属細線により接続するようにした半導体装置において、金属細線とインナーリード部とを接続する第2ボンディング工程では第1ボンディング工程よりも低出力の超音波を印加するようにしたので、第1ボンディング工程よりも大きな超音波を印加する場合に生じていた積層メッキ層の最上層における剥がれ領域の発生を防止しながら、金属細線－インナーリード部間の接続強度を強固にすることができ、よって製造される半導体装置の信頼性の向上を図ることができる。

【0065】請求項11～14によれば、半導体チップの電極と、ニッケル、パラジウム及び金を順次積層してなる積層メッキ層を有するリードフレームのインナーリード部とを金属細線により接続するようにした半導体装置において、金属細線とインナーリード部とを接続する第2ボンディング工程では、150～250（g）の荷重で押圧し、かつ0～20（mW）の出力の超音波を印加するようにしたので、にける、パラジウム及び金の積層メッキ層の特性に極めて適合した接合を行うことができ、積層メッキ層の最上層における剥がれを生じることなく強固で信頼性の高いワイヤーボンディングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る半導体装置の構造を示す断面図である。

【図2】第1の実施形態に係る半導体装置のうちインナーリード部のボンディング領域付近を拡大して示す断面図である。

【図3】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程のうちダイボンディング工程を示す断面図である。

【図4】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程のうちワイヤボンディング工程を示す断面図である。

【図5】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程のうち樹脂封止工程を示す断面図である。

【図6】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程のうちアウターリード成形工程を示す断面図である。

【図7】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程におけるワイヤーボンディング条件を従来のワイヤーボンディング条件と比較して示す図である。

【図8】第2の実施形態に係る半導体装置の製造工程によって形成されたインナーリードのボンディング領域付近を拡大して示す断面図及び斜視図である。

【図9】従来の半導体装置の構造を示す断面図である。

【図10】従来の半導体装置の製造工程のうちダイボンディング工程を示す断面図である。

【図11】従来の半導体装置の製造工程のうちワイヤボンディング工程を示す断面図である。

【図12】従来の半導体装置の製造工程のうち樹脂封止工程を示す断面図である。

【図13】従来の半導体装置の製造工程のうちアウター

15

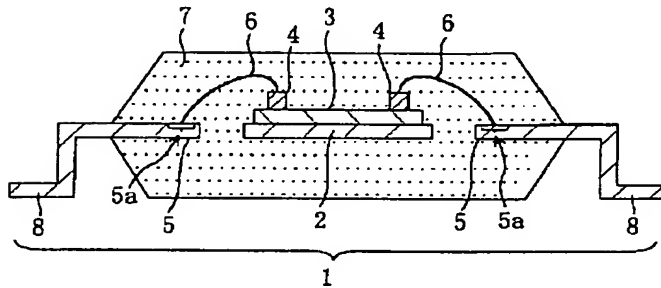
リード成形工程を示す断面図である。

【図14】従来の半導体装置の製造工程によって形成されたインナーリードのボンディング領域付近を拡大して示す断面図及び斜視図である。

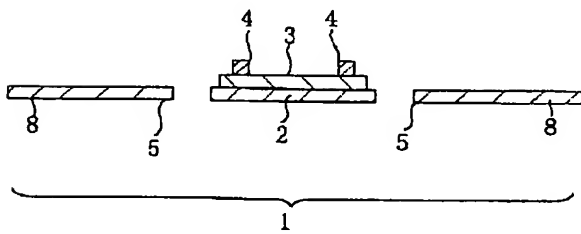
【符号の説明】

- 1 リードフレーム
- 2 ダイパッド部
- 3 半導体チップ
- 4 電極
- 5 インナーリード部
- 5a ボンディング領域

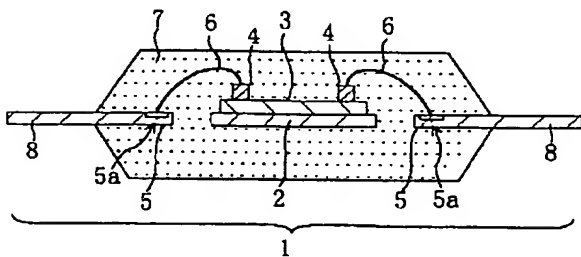
【図1】



【図3】



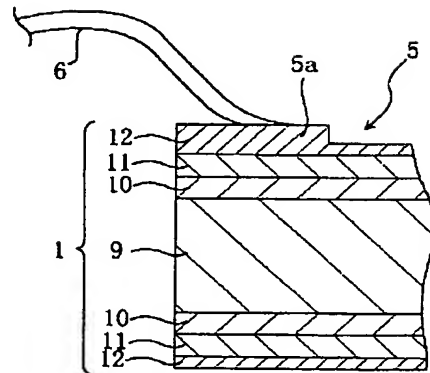
【図5】



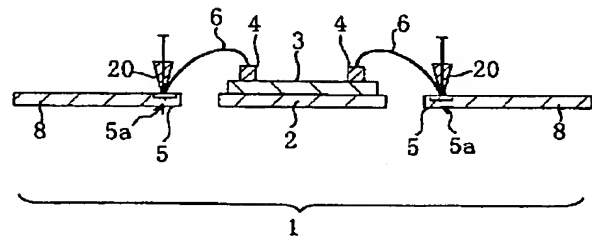
16

- 6 金属細線
- 6a 先端部
- 7 封止樹脂
- 8 アウターリード部
- 9 本体
- 10 ニッケルメッキ層
- 11 パラジウムメッキ層
- 12 金メッキ層
- 13 剥がれ領域
- 10 20 ボンディングツール

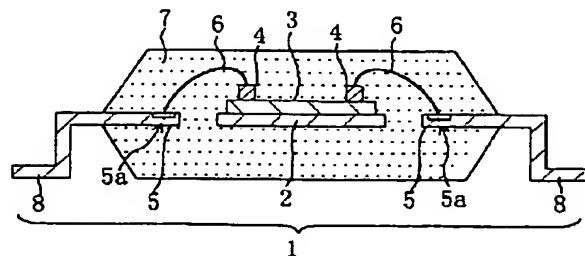
【図2】



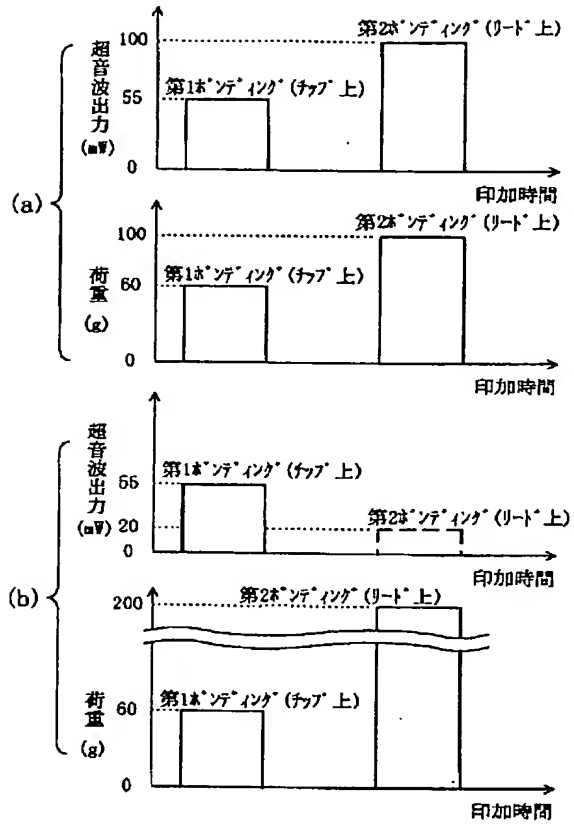
【図4】



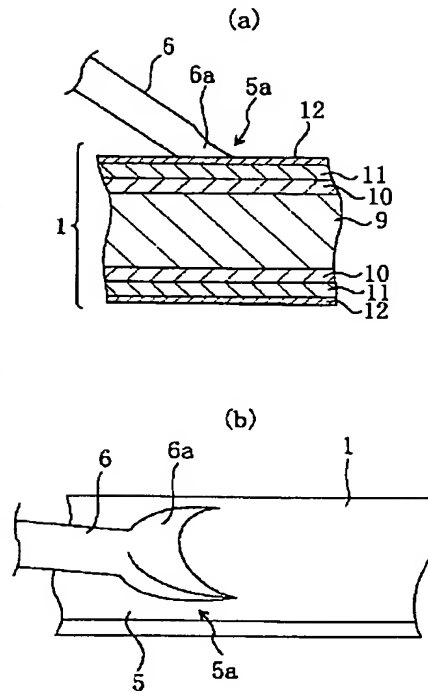
【図6】



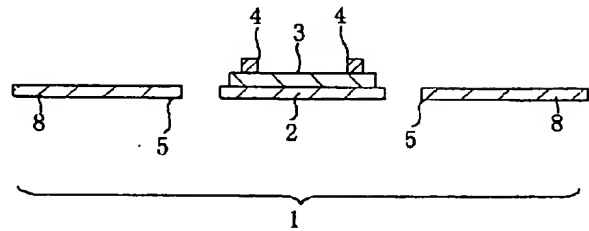
【図7】



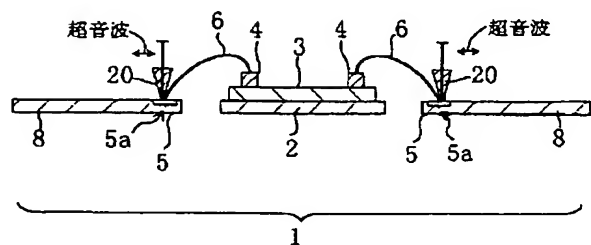
【図8】



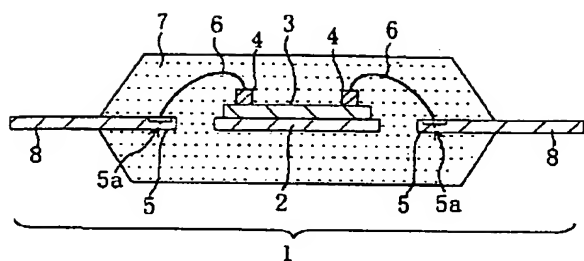
【図10】



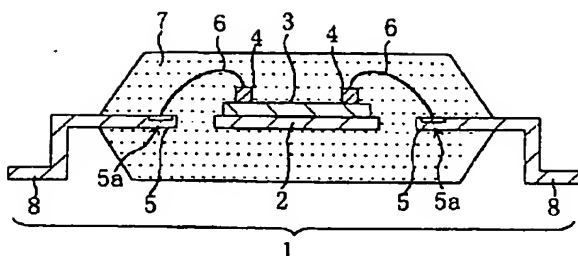
【図11】



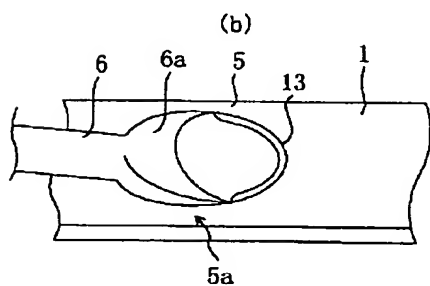
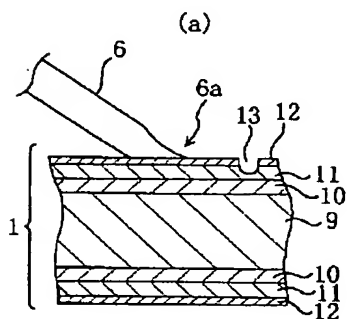
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 幸栄  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内